

附件 1

学科门类	医学、工学
成果形式	实物
研究类型	应用研究

陕西省第十届研究生创新成果奖

申报书

成果名称：面向微创外科的 SurClaw 手术图文病历
报告自动生成系统

主要完成人（限填研究生）：王志博 庄迪 黄璐
娄啸霄 翟华清 马永泰 巴赫 徐庶钦

指导教师：吕毅 王小华 吴荣谦 张少强 彭子洋

申报单位：西安交通大学

申报类别：工科 理科 文科 成果转化

填表日期：2026-04-30

陕西省教育厅

陕西省学位委员会

2026 年 4 月

填表说明

一、学科门类有：哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学、理学、工学、农学、医学、军事学、管理学、艺术学、交叉学科。

二、成果形式有：实物、论文、专利、著作、工具书、古籍整理、学术译著、决策咨询文稿、普及读物、电子出版物及其他形式的成果等。

三、研究类型有：基础研究、应用研究。

四、主要完成人为研究生，按作用和贡献大小排序，指导教师不出现在主要完成人中。

五、主要完成人信息中的培养层次为：博士研究生、硕士研究生，毕业不满一年的研究生或已经获得省内研究生培养单位录取通知书的应届本科毕业生。

六、成果获奖记录写明奖励单位、奖励名称、奖励等级和颁奖时间。

七、社会反映包括：是否译成他种文字(写明何种文字)、是否再版或多次印刷(写明再版或印刷次数)、是否有书评(写明确评作者、名称、刊期等)、论文发表之后是否有刊物全文转载(写明刊期)、是否被有关部门采纳(写明采纳单位并提供采纳单位的证明复印件)。

八、成果引用或应用成果采纳情况有：成果引用写明引用书名或刊期、次数；应用成果采纳写明全部采纳或部分采纳。

九、本表为 A4 规格，填写完成后双面打印，签名请手签。

成果名称	面向微创外科的 SurClaw 手术图文病历报告自动生成系统				
二级学科名称	外科学、人工智能				
成果依托科研项目、经费资助等	国家自然科学基金委员会仪器专项基金项目（2011 年）；医智慧研究院专项课题（2023 年）；国家自然科学基金面上项目（2024 年）；				
成果应用领域	临床诊疗辅助、医院智慧管理、医保数字监管、医疗装备升级				
成果应用单位或发表刊物单位	单位名称	国家医学中心西安交通大学第一附属医院、榆林市中心医院多家三甲医院临床试用			
	使用或出版、发表时间	2024 年《中国数字医疗创新发展蓝皮书》			
主要完成人信息（按贡献度排序）	姓名	培养层次	专业	联系方式	
	王志博	博士研究生	人工智能	13946112059	
	庄迪	博士研究生	电子科学与技术	15037016686	
	黄璐	博士研究生	生物医学工程	18821703720	
	娄啸霄	博士研究生	骨外科	18845599147	
	翟华清	硕士研究生	新闻与传播	18791301057	
	马永泰	硕士研究生	外科学	18209539033	
	巴赫	硕士研究生	口腔医学	17709880556	
	徐庶钦	硕士研究生	外科学	18337840990	
指导教师信息	姓名	职称	职务	研究方向	联系方式
	吕毅	教授	院长	肝胆外科	无
	王小华	教授	院长	电气工程	xhw@mail.xjtu.edu.cn
	吴荣谦	教授	副主任	外科重症	18629053941
	张少强	教授	主任	耳鼻喉头颈外	18991232178

				科	
	彭子洋	助理研究员	无	医工交叉外科 数字化 诊疗	17809212035
本成果主要获奖记录 (前3项)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2024 “数据要素×” 大赛陕西分赛医疗健康赛道一等奖 2. 2024 中国国际大学生创新大赛高教主赛道国家级金奖 3. 2025 全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛国赛一等奖 				
成果简介（篇章结构、成果摘要，限300字）： <p>针对微创外科手术记录“纯文字、难回溯、医生负荷重”的痛点，本项目研发了 SurClaw 手术图文病历报告自动生成系统。</p> <p>本系统依托 100TB 多中心多模态手术影像数据集，创新融合微调 LLM 大模型与 Mamba 智能体架构，构建“端-边-云”协同体系，实现了手术图文病历报告的自动快速生成，同时攻克了术中烟雾干扰、超长视频实时语义分析等难题。系统将单份图文报告生成时间从人工撰写的 10 余分钟缩短至 30 秒左右，手术关键步骤识别精度超 90%。目前已在全国多家三甲医院（肝胆、胃肠、胸外等 6 大科室）临床应用，累计生成 3000 余份标准手术图文病历报告，服务超万人次手术患者。成果获发明专利 4 项、软著 2 项，目前正稳步推进二类医疗器械注册申报工作，作为编委参编《中国数字医疗创新发展蓝皮书》，为数字健康医疗提供了可推广的“交大样板”。</p>					

成果内容提要（主要观点、创新点、实践意义、应用前景或转化情况）等，限 2000 字，可附页）：

一、主要观点

传统微创外科手术长期依赖医生术后手动撰写手术记录，存在“纯文字描述、缺乏影像佐证、主观性强、耗时耗力”等结构性痛点，不仅加重了医生的文书负担，也导致了医患信息不对称、医疗质控难以量化、医保审核缺乏客观凭证等问题。针对上述困境，本项目提出“从影像流到知识流”的智能转化新范式，自主研发了 SurClaw 手术图文病历报告自动生成系统。本系统的核心观点在于：以术中实时视频为数据源，通过多模态大模型与边缘智能架构，自动提取关键手术事件，生成结构化、可视化、可追溯的图文病历，实现手术记录从“事后人工回忆”向“术中自动感知”的历史性跨越，从而为医生、患者、医院管理者及医保监管方提供全链条的数字化赋能。

二、创新点

（一）技术创新：构建完全自主可控的微创外科智能感知与生成体系

超长视频实时推理架构：针对传统 Transformer 模型在处理数小时手术视频时存在二次复杂度、长序列性能衰减的难题，本项目创新性地采用具有线性计算复杂度的 Mamba 架构作为视觉骨干，构建了 STSH-Net 时空协同感知网络，实现了 52 FPS 的实时推理帧率，成功解决了术中毫秒级动态事件的捕捉与分析问题。

术中烟雾干扰突破：针对高频电刀产生的动态焦烟这一行业公认的“卡脖子”难题，首创 Yun-Trans 自适应去雾网络，引入动态专家混合机制，实现对不同浓度烟雾的自适应清除。经活体动物实验验证，重度烟雾干扰下的关键结构识别准确率从 35.66% 大幅提升至 74.15%，有效降低了因视野盲区诱发的意外损伤风险。

多模态大模型驱动的报告生成：集成微调 DeepSeek、Qwen-VL 等多模态大语言模型，结合 RAG 检索增强生成技术与医学权威知识库，从根本上抑制大模型的“幻觉”现象，实现符合 HL7 标准的图文报告的人机交互生成，关键步骤识别精度超 90%。

国产化边缘计算平台：自主研发“端-边-云”协同架构，将 FPGA 视觉中枢、GPU

认知模块与 CPU 控制单元物理融合，部署于手术室内，确保患者隐私数据“不出室”。整体部署成本仅为进口同类设备的十分之一，完美契合高端医疗装备自主可控的国家战略。

（二）模式创新：构建“医工交叉、产研融合”的闭环转化路径

本项目深度贴合我国公立医院高质量发展需求，探索出“精准临床问题牵引、多学科交叉攻关、工业化成果转化”的可持续模式。由西安交大一附院牵头临床需求与验证，联合国家级高新技术企业淘丁集团完成技术落地，有效打通了科研成果转化的“最后一公里”。在服务模式上，系统实现了对数字医疗生态的“四方赋能”：为医生切实减负（30s 自动生成报告）、为患者增信（可视化证据保障知情权）、为医院提质（高质量数据支撑精细化质控）、为医保控费（防篡改凭证赋能 DRG/DIP 精准审核）。

（三）管理创新：推动外科记录标准化与医保监管透明化

通过对外科手术记录业务流程的数字化再造，本项目打破了传统手术室相对封闭、监管困难的“黑盒”状态，建立了基于多模态数据要素的透明化质控机制。项目团队主导制定并发布了中华医学会《倡用图文外科手术记录专家共识》（2015 版及 2025 版），将这一管理创新固化为全国性行业标准。同时，系统利用计算机视觉技术定量识别术中高值耗材的使用情况，为医保 DRG/DIP 支付改革提供了“上帝视角”的客观审计凭证，据权威测算，仅高值耗材精准监控一项，每年即可为陕西省医保基金优化约 9.2 亿元的支出空间。

（四）数据创新：唤醒沉睡的手术影像资产

本项目汇聚了总量达 100TB 的多模态手术影像与电子病历数据集，涵盖 690 余例患者、共计 24000 余帧的精细化多层次手术标注数据，构建了国际领先的高质量专病影像知识图谱。在数据流通方面，系统通过标准化 API 接口深度衔接 HIS/PACS 系统，并通过联邦学习实现“数据可用不可见”，支撑全国 17 家医学中心的科研协作。尤为重要的是，系统首创了带不可篡改数字时间戳的可视化证据链，直接响应国家医疗纠纷预防与处理的法律要求，为司法质证与责任界定提供了全新工具。

三、实践意义与成效

效率提升显著：单份高质量图文报告生成时间从传统人工撰写的 15 分钟以上缩短至 30 秒左右；医生调取关键影像信息的检索时间从 18.6 秒缩短至 5.2 秒，效率提升超 3.5 倍，大幅缩短了年轻医师的专科规范化培训周期。

医疗质量改善：系统术中 AI 手术导航辅助下 LC 手术高危步骤耗时缩短 27.1%；整体围手术期并发症与事故发生率降低 25.3%；手术患者达到国际公认的“教科书级结局”比例跃升至 91.2%；患者满意度同比提高 27.13%。

经济效益突出：累计撬动直接研发资金与意向投资超 500 万元；整体部署成本仅 30-50 万元，预计 2028 年二类医疗器械设备获批后，销售额可突破千万元，直接及综合带动就业近 200 个；通过提供不可篡改的可视化证据链，有效辅助医保 DRG/DIP 支付的精准审核，显著压缩了非合规高值耗材的支出空间，仅以陕西省为例，每年潜在节约医保基金超亿元。

社会影响广泛：成果获 2024 中国国际大学生创新大赛全国金奖、2024 “数据要素×” 大赛陕西分赛一等奖等多项国家级荣誉；项目获郑赵玉沛院士等推荐；被新华社、《中国教育报》等主流媒体专题报道；2025 年上海合作组织成员国专程参访考察。

四、应用前景与推广价值

SurClaw 系统采用“轻量化盒子+软件赋能”模式，可无缝兼容各品牌、各型号的现有内窥镜设备，大幅降低了数字化升级门槛。目前系统已在全国多家顶尖三甲医疗机构的肝胆、胃肠、胸外、泌尿、眼科等 6 大核心科室完成规模化部署，累计服务超万人次患者，充分验证了其跨地区、跨术式的普适性。

未来，本项目将沿着“创新型二类图文记录系统 → 三类微创术中智能导航设备”的阶梯式路径持续推进，借助海量真实世界临床证据积累，申报三类医疗器械注册证。将系统进一步拓展至基层医院微创技术下沉、远程手术指导、智能质控平台建设等场景，成为数字社会医疗领域“新质生产力”的典型代表，为全国范围内的外科智能化转型提供可复制、可推广的“交大样板”。

社会反映（成果应用或采纳情况、书评情况、成果引用、转载以及成果转化情况等须附相关材料复印件）：

本项目成果已在全国范围内获得广泛的临床应用与行业认可。

截至目前，SurClaw 系统已在西安交通大学第一附属医院等全国多家顶尖三甲医疗机构的肝胆外科、胃肠外科、胸外科、泌尿外科及眼科等 6 大核心科室实现规模化部署与常态化应用，累计服务超万人次微创手术患者，生成高质量图文手术报告 3000 余份，系统稳定性与临床适配性得到充分验证。

在标准制定方面，项目团队于 2015 年牵头发布国内首个《倡用图文外科手术记录专家共识》，并于 2025 年完成修订更新，引领了全国外科手术记录从纯文字向图文数字化记录的制度性变革，该共识已在全国范围内推广应用。在媒体传播层面，本成果先后获得《中国教育报》头版头条、新华社、陕西广电融媒体等国家级与省级主流媒体的专题报道，社会影响力持续扩大。

在专家评价方面，中国科学院赵玉沛院士等外科学界泰斗亲笔撰写项目推荐，一致认为本系统的技术整体达到国际领先水平，对提升微创手术安全性与规范化程度具有里程碑意义。

在成果转化与产业化方面，项目已获得 4 项授权国家发明专利、2 项软件著作权，累计撬动直接研发资金与意向投资超百万元，目前正稳步推进二类创新医疗器械的型式检验与临床注册。

在国际交流与数据共享层面，2025 年上海合作组织成员国专程参访西安交大一附院，对该系统进行了现场考察与高度评价；同时，项目依托联邦学习技术，与全国多家医学中心建立了“数据可用不可见”的科研协作机制，推动高水平多中心临床研究，相关数据成果已支撑多篇高水平论文发表，获得多项国家级竞赛奖项。

附件一：系统截图或现场照片

1. 系统使用-临床动物实验



2. 系统使用-手术室临床应用



3. 系统使用 3-手术室临床



4. 系统使用 4-手术图文病历报告实时生成系统



5. 设备合影



6. 设备生成图文病历报告

已完成3000余例手术图文报告，涵盖6大外科核心科室

腔镜甲状腺癌根治手术图文报告 功能性肾上腺叶切除手术图文报告 右眼穿透性角膜移植手术图文报告 腹腔镜胆囊切除手术图文报告

支气管机器人辅助支气管袖状切除术手术图文报告 胸腔镜肺癌根治术+主支气管成型手术图文报告 腹腔镜左侧乳腺皮下腺体切除术+假体植入手术图文报告 腹腔镜辅助根治性全胃切除手术图文报告

A grid of eight sample surgical reports generated by the system. Each report includes a title, patient information, and multiple intraoperative photographs. The reports are arranged in two rows of four. The titles of the reports are: 腔镜甲状腺癌根治手术图文报告, 功能性肾上腺叶切除手术图文报告, 右眼穿透性角膜移植手术图文报告, 腹腔镜胆囊切除手术图文报告, 支气管机器人辅助支气管袖状切除术手术图文报告, 胸腔镜肺癌根治术+主支气管成型手术图文报告, 腹腔镜左侧乳腺皮下腺体切除术+假体植入手术图文报告, and 腹腔镜辅助根治性全胃切除手术图文报告.

附件二：获奖证书获荣誉证明（扫描件）

1. 2023_第六届智慧医疗创新大赛_国赛_二等奖



2. 2024_中国国际大学生创新大赛-国赛-一等奖



3. 2025 全国大学生电子商务“创新、创意及创业”挑战赛（三创赛）_国赛-一等奖-《数智生命》



4. 授权专利-ZL 2024 1 1527344.8_一种微创腔镜图文报告生成系统



5. 授权专利-ZL_2025 1 0096041.3_一种实时术中内镜影像分析装置及方法



6. 授权专利-ZL_2025 1 0896530.7_模型与器官配准以辅助导航的方法及系统



7. 授权专利-ZL_2025 1 0933524.4_一种喉部的体外磁靶标定位导航方法及系统



附件三：媒体报道链接或截图

1. 2025_上合组织成员国参访交大一附院-一带一路医疗数字化展示



链接: <https://mp.weixin.qq.com/s/5s889xz07ryJF-c4xmjmfw>

2. 2026_4_7_新华社-交大 130 周年校庆报导.png



2026_4_7_新华社报导-链接: <http://mrdx.cn/content/20260407/Page03BC.htm>

3. 陕西发布首批 30 个“数据要素×”典型案例（附名单）

14	科技创新	三台中两服务一模型，驱动高等教育数字化转型与创新	西安电子科技大学
15	科技创新	区块链与智能定价助力数据交易，构建高效数据流通生态体系	云基华海信息技术股份有限公司
16	科技创新	数据标准化与三维建模技术融合，推动岩土工程数字化转型与创新	中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司
17	文化旅游	数字技术赋能文旅融合，打造陕西“非遗+景点”沉浸式体验新标杆	中煤航测遥感集团有限公司
18	文化旅游	数字化与智能化技术融合，构建古建筑保护与管理新模式	西安城墙管理委员会 机械工业勘察设计研究院有限公司 西安龙轩智联科技有限公司
19	医疗健康	多设备兼容的术中影像记录分析系统，提升微创外科手术精准度与安全性	西安交通大学
20	医疗健康	利用药品追溯码创新监管模式，保障医保基金安全与药品质量	榆林市医疗保障局
21	医疗健康	分子病理全流程数字化管理，推动精准医疗与智慧医疗发展	西安交通大学第一附属医院
22	应急管理	打造陕西数字底座，支撑应急响应与资源调动智能化	自然资源部陕西基础地理信息中心
23	应急管理	全天候无人船助力构建数字孪生水网底座，提升水利管理智能化水平	西安水泽动力科技有限公司

链接：<https://mp.weixin.qq.com/s/RHB07V4D2Pv1cqDDwUR-tg>

4. 省科学技术厅宣传教育与统战部-后端深度融合：科学研究突破“围墙之困” 陕西省科学技术厅

The screenshot shows the official website of the Shaanxi Provincial Science and Technology Department. The header includes the department's name and logo, a search bar, and navigation tabs for Home, Institutional Settings, Government Information Disclosure, Government Services, Special Columns, and Interactive Exchange. The main content area displays an article titled "陕西网：后端深度融合：科学研究突破“围墙之困”" (Shaanxi Network: Backend Deep Integration: Scientific Research Breaks Through the "Walled Garden" Dilemma). The article is dated March 24, 2025, and discusses the challenges of engineering talent cultivation and the department's efforts to promote deep integration between academia and industry through various platforms and projects.

链接：https://kjt.shaanxi.gov.cn/kjdt/myjj/202503/t20250325_3466242.html

html

5. 《中国教育报》电子版 - 产学研“抱团”闯出创新路——触摸中国西部科技创新港的教育动能



链接: https://paper.jyb.cn/zgjyb/html/2025-11/26/content_144740_19076856.htm

第一完成人承诺:

本人承诺所填的各项内容真实, 保证没有知识产权争议。

第一完成人签名:

年 月 日

指导教师推荐意见（申报成果确认，主要特点，突出成效等，不少于 200 字）：

本人对该项目“面向微创外科的 SurClaw 手术图文病历报告自动生成系统”进行了深入了解，对其性能、先进性、实用性及可推广性评价如下：

该成果面向微创外科临床真实痛点，将人工智能大模型技术与手术记录深度融合，研制出 SurClaw 图文病历自动生成系统。学生团队在项目中主导了多模态数据标注、算法优化及临床验证工作，展现了出色的交叉学科创新能力和工程实践能力。尤为可贵的是，该成果已在全国多家三甲医院落地，显著提升了手术文书效率和医疗质量，且易于被外科医生和手术患者接受，并获得多项国家级竞赛金奖及发明专利，社会经济效益突出。

该成果体现了“医工结合”培养模式的突出成效，同意推荐申报陕西省研究生创新成果奖。

指导教师签字：

年 月 日

第一完成人所在院系推荐意见：

负责人签字（单位公章）：

年 月 日

参展单位推荐意见：

负责人签字（单位公章）：

年 月 日

专家评审意见：

评审小组组长签字：

年 月 日